

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-243438

(P2010-243438A)

(43) 公開日 平成22年10月28日(2010.10.28)

(51) Int.Cl.

G01B 11/25 (2006.01)  
G06T 1/00 (2006.01)

F 1

G01B 11/25  
G06T 1/00H  
315

テーマコード(参考)

2FO65  
5BO57

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2009-94922 (P2009-94922)

(22) 出願日

平成21年4月9日 (2009.4.9)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

(74) 代理人 100116001

弁理士 森 俊秀

(72) 発明者 青木 洋

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

F ターム(参考) 2F065 AA24 AA53 BB05 FF01 FF04  
FF08 FF10 FF42 HH07 HH12  
JJ03 JJ09 LL02 LL22 MN03  
NN02 NN05 NN06 NN12 PP12  
QQ00 QQ24 SS02 SS13

最終頁に続く

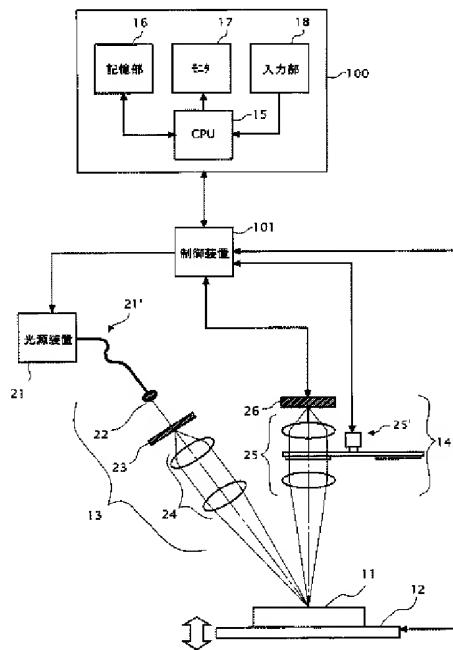
(54) 【発明の名称】三次元形状測定装置及び三次元形状測定方法

## (57) 【要約】

【課題】パターン投影型の三次元形状測定の原理に起因する測定誤差を抑えること。

【解決手段】本発明の三次元形状測定装置を例示する一態様は、測定対象物上に縞パターンを投影する投影手段(13)と、測定対象物上に投影される縞パターンの位相を変化させながら、その測定対象物の撮像を繰り返すことにより、測定対象物上の各位置から輝度変化データを取得する撮像手段(14)と、測定対象物に対する縞パターンのフォーカス位置を変化させながら、輝度変化データの取得を繰り返し実行させることにより、測定対象物上の各位置から輝度変化データを複数ずつ取得する制御手段(101)と、制御手段が取得した複数の輝度変化データの中から信頼性の高いものを選出する選出処理を、測定対象物上の各位置について行う選出手段(100)と、測定対象物上の各位置について選出された輝度変化データによって表される各位置の座標を、測定対象物の面形状として求める形状算出手段(100)とを備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

測定対象物上に縞パターンを投影する投影手段と、  
前記測定対象物上に投影される縞パターンの位相を変化させながら、その測定対象物の  
撮像を繰り返すことにより、前記測定対象物上の各位置から輝度変化データを取得する撮  
像手段と、  
前記測定対象物に対する前記縞パターンのフォーカス位置を変化させながら、前記輝度  
変化データの取得を繰り返し実行することにより、前記測定対象物上の各位置から輝度  
変化データを複数ずつ取得する制御手段と、  
前記制御手段が取得した複数の輝度変化データの中から信頼性の高いものを選出する選  
出処理を、前記測定対象物上の各位置について行う選出手段と、  
前記測定対象物上の各位置について選出された輝度変化データによって表される各位置  
の座標を、前記測定対象物の面形状として求める形状算出手段と、  
を備えることを特徴とする三次元形状測定装置。

**【請求項2】**

請求項1に記載の三次元形状測定装置において、  
前記制御手段は、  
前記撮像手段が検出可能な光の状態と、前記縞パターンのフォーカス位置との組み合わ  
せを変化させながら、前記輝度変化データの取得を繰り返し実行させる  
ことを特徴とする三次元形状測定装置。

**【請求項3】**

請求項1に記載の三次元形状測定装置において、  
前記制御手段は、  
前記縞パターンの投影光量又は前記撮像手段の露出と、前記縞パターンのフォーカス位  
置との組み合わせを変化させながら、前記輝度変化データの取得を繰り返し実行させる  
ことを特徴とする三次元形状測定装置。

**【請求項4】**

請求項1～請求項3の何れか一項に記載の三次元形状測定装置において、  
前記選出手段は、  
コントラストの高い輝度変化データほど信頼性が高いとみなす  
ことを特徴とする三次元形状測定装置。

**【請求項5】**

請求項1～請求項3の何れか一項に記載の三次元形状測定装置において、  
前記選出手段は、  
振幅の大きい輝度変化データほど信頼性が高いとみなす  
ことを特徴とする三次元形状測定装置。

**【請求項6】**

測定対象物上に縞パターンを投影する投影手順と、  
前記測定対象物上に投影される縞パターンの位相を変化させながら、その測定対象物の  
撮像を繰り返すことにより、前記測定対象物上の各位置から輝度変化データを取得する撮  
像手順と、  
前記測定対象物に対する前記縞パターンのフォーカス位置を変化させながら、前記輝度  
変化データの取得を繰り返し実行することにより、前記測定対象物上の各位置から輝度  
変化データを複数ずつ取得する制御手順と、  
前記制御手順で取得した複数の輝度変化データの中から信頼性の高いものを選出する選  
出処理を、前記測定対象物上の各位置について行う選出手順と、  
前記測定対象物上の各位置について選出された輝度変化データによって表される各位置  
の高さを、前記測定対象物の面形状として求める形状算出手順と、  
を含むことを特徴とする三次元形状測定方法。

**【請求項7】**

請求項6に記載の三次元形状測定方法において、  
前記制御手順では、  
前記撮像手順で検出可能な光の状態と、前記縞パターンのフォーカス位置との組み合  
せを変化させながら、前記輝度変化データの取得を繰り返し実行させる  
ことを特徴とする三次元形状測定方法。

**【請求項8】**

請求項6に記載の三次元形状測定方法において、  
前記制御手順では、  
前記縞パターンの投影光量又は前記撮像手順の露出と、前記縞パターンのフォーカス位  
置との組み合せを変化させながら、前記輝度変化データの取得を繰り返し実行させる  
ことを特徴とする三次元形状測定方法。

**【請求項9】**

請求項6～請求項8の何れか一項に記載の三次元形状測定方法において、  
前記選出手順では、  
コントラストの高い輝度変化データほど信頼性が高いとみなす  
ことを特徴とする三次元形状測定方法。

**【請求項10】**

請求項6～請求項8の何れか一項に記載の三次元形状測定装置において、  
前記選出手順では、  
振幅の大きい輝度変化データほど信頼性が高いとみなす  
ことを特徴とする三次元形状測定方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、位相シフト法によるパターン投影型の三次元形状測定装置及び三次元形状測  
定方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

測定対象物の面形状（三次元形状）を非接触で測定する手法として、位相シフト法によ  
るパターン投影型の三次元形状測定装置が知られている。この三次元形状測定装置では、  
正弦波状の強度分布を持つ縞パターンを測定対象物上に投影し、その縞パターンの位相を  
変化させながら測定対象物を繰り返し撮像し、それによって得られた複数枚の画像（輝度  
変化データ）を所定の演算式に当てはめることで、測定対象物の面形状に応じて変形した  
縞の位相分布（位相画像）を求め、その位相画像をアンラップ（位相接続）してから、測  
定対象物の高さ分布（高さ画像）に換算する。

**【0003】**

因みに、特許文献1に開示の三次元形状測定装置は、飽和画素に起因した測定誤差を防  
ぐために、投影光量の異なる2通りの撮像条件下で輝度変化データを取得し、2通りの輝  
度変化データのコントラスト値を画素毎に評価し、コントラスト値の低かった輝度変化デ  
ータを、演算対象から外している。

**【図面の簡単な説明】****【0010】****【図1】三次元形状測定装置の構成図****【図2】制御装置101の動作フローチャート****【図3】演算装置100のCPU15の動作フローチャート（前半）****【図4】演算装置100のCPU15の動作フローチャート（後半）****【図5】縞画像  $I_{k_1}$ 、 $I_{k_2}$ 、 $I_{k_3}$ 、 $I_{k_4}$  の例****【図6】初期位相分布  $\phi_k$  (i) の例****【図7】アンラップ後の位相分布  $\phi_k$  (i) の例****【図8】高さ分布  $Z_k$  (i) の例**

【図9】高さ候補 $Z_{k,i}$ と評価値 $r_{k,i}$ の例

【図10】選出された高さ $Z_i$ の例

【図11】コントラスト値 $C_{k,i}$ の算出例

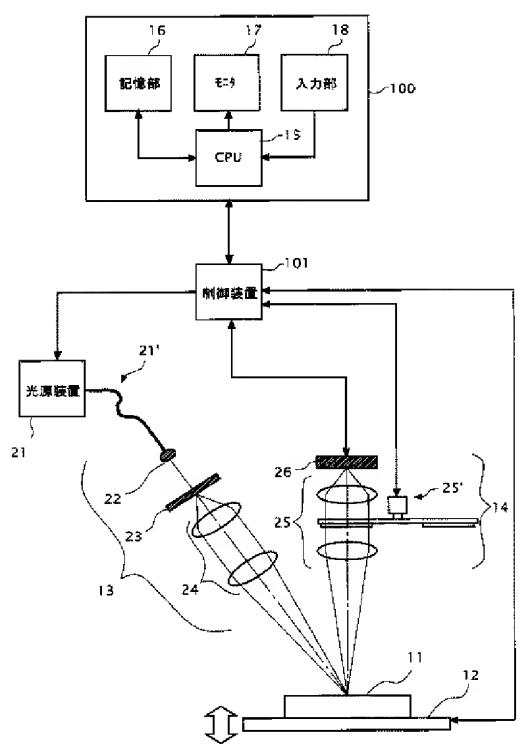
【符号の説明】

【0102】

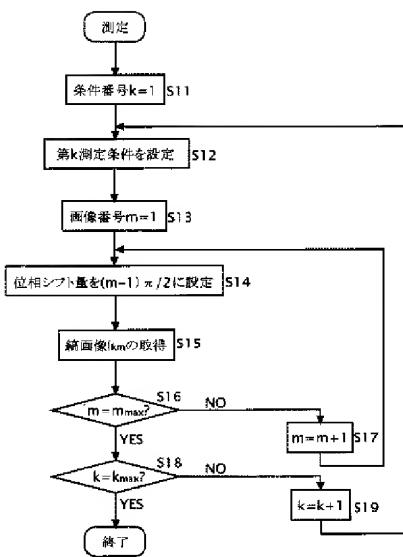
11……測定対象物、12……ステージ、13……投影部、14……撮像部1

4、21……光源装置、101……制御装置、100……演算装置

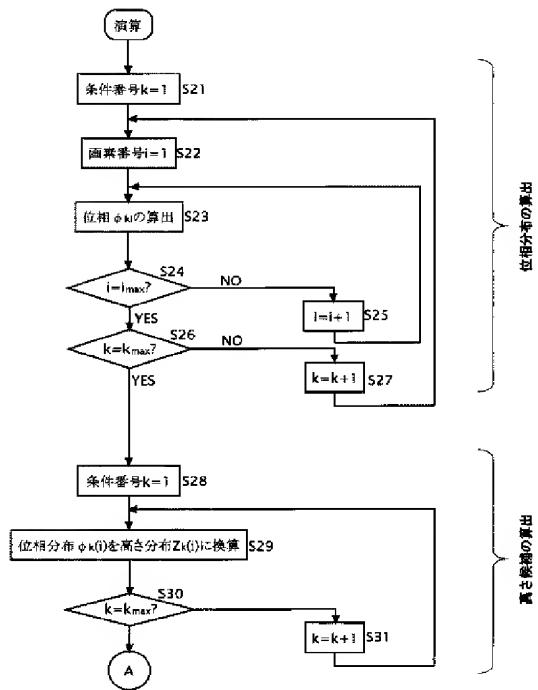
【図1】



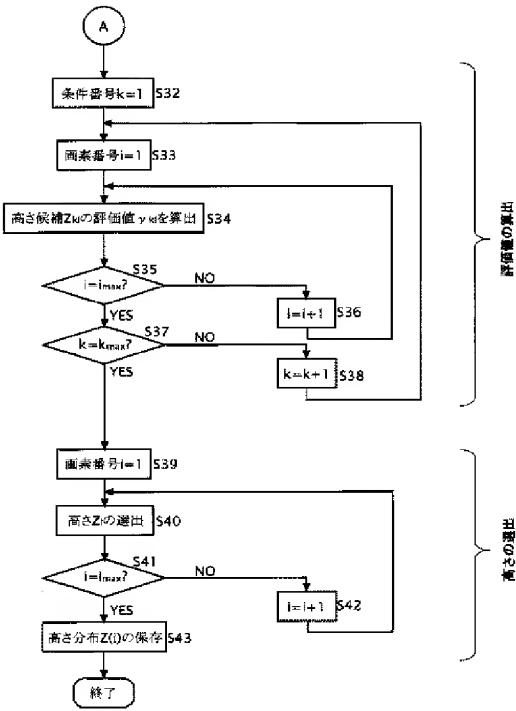
【図2】



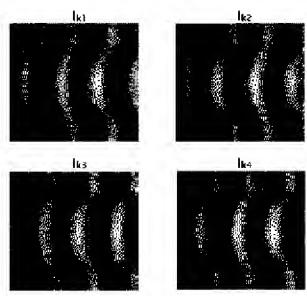
【図3】



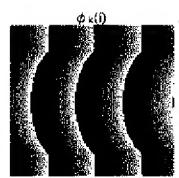
【図4】



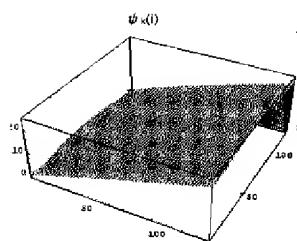
【図5】



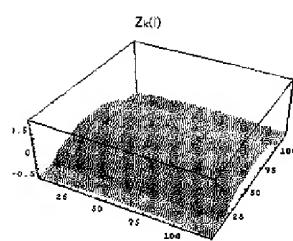
【図6】



【図7】



【図8】

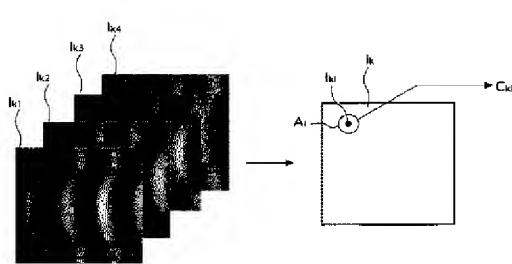


【図9】

k=1							k=2							k=3						
標準座標	X座標	Y座標	Z座標	標準座標	X座標	Y座標	Z座標													
1 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	1 2.79735	0.55139	-0.25146	0.63145	1 5.61918	0.55532	-0.25203	0.63245	1 8.42052	0.55832	-0.25259	0.63354	1 11.22151	0.56131	-0.25311	0.63474	
2 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	2 3.82411	0.55134	-0.25143	0.63145	2 6.51212	0.55531	-0.25201	0.63241	2 9.31212	0.55831	-0.25257	0.63351	2 12.11212	0.56131	-0.25309	0.63474	
3 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	3 3.81921	0.55139	-0.25144	0.63146	3 6.51212	0.55531	-0.25202	0.63241	3 9.31211	0.55831	-0.25258	0.63352	3 12.11211	0.56131	-0.25312	0.63474	
4 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	4 3.81921	0.55139	-0.25145	0.63145	4 6.51212	0.55531	-0.25203	0.63241	4 9.31211	0.55831	-0.25259	0.63353	4 12.11211	0.56131	-0.25312	0.63474	
5 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	5 3.91550	0.55131	-0.2474	0.64023	5 4.97491	0.55131	-0.24743	0.64023	5 7.81771	0.55431	-0.24743	0.64023	5 10.61771	0.55731	-0.24743	0.64023	
6 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	6 3.91550	0.55134	-0.24743	0.64023	6 4.97491	0.55134	-0.24743	0.64023	6 7.81771	0.55431	-0.24743	0.64023	6 10.61771	0.55731	-0.24743	0.64023	
7 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	7 3.91550	0.55139	-0.24744	0.64023	7 4.97491	0.55139	-0.24744	0.64023	7 7.81771	0.55431	-0.24744	0.64023	7 10.61771	0.55731	-0.24744	0.64023	
8 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	8 3.91550	0.55141	-0.24745	0.64023	8 4.97491	0.55141	-0.24745	0.64023	8 7.81771	0.55431	-0.24745	0.64023	8 10.61771	0.55731	-0.24745	0.64023	
9 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	9 3.91550	0.55145	-0.24746	0.64023	9 4.97491	0.55145	-0.24746	0.64023	9 7.81771	0.55431	-0.24746	0.64023	9 10.61771	0.55731	-0.24746	0.64023	
10 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	10 3.91550	0.55149	-0.24747	0.64023	10 4.97491	0.55149	-0.24747	0.64023	10 7.81771	0.55431	-0.24747	0.64023	10 10.61771	0.55731	-0.24747	0.64023	
11 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	11 3.91550	0.55153	-0.24748	0.64023	11 4.97491	0.55153	-0.24748	0.64023	11 7.81771	0.55431	-0.24748	0.64023	11 10.61771	0.55731	-0.24748	0.64023	
12 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	12 3.91550	0.55157	-0.24749	0.64023	12 4.97491	0.55157	-0.24749	0.64023	12 7.81771	0.55431	-0.24749	0.64023	12 10.61771	0.55731	-0.24749	0.64023	
13 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	13 3.91550	0.55161	-0.24750	0.64023	13 4.97491	0.55161	-0.24750	0.64023	13 7.81771	0.55431	-0.24750	0.64023	13 10.61771	0.55731	-0.24750	0.64023	
14 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	14 3.91550	0.55165	-0.24751	0.64023	14 4.97491	0.55165	-0.24751	0.64023	14 7.81771	0.55431	-0.24751	0.64023	14 10.61771	0.55731	-0.24751	0.64023	
15 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	15 3.91550	0.55169	-0.24752	0.64023	15 4.97491	0.55169	-0.24752	0.64023	15 7.81771	0.55431	-0.24752	0.64023	15 10.61771	0.55731	-0.24752	0.64023	
16 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	16 3.91550	0.55173	-0.24753	0.64023	16 4.97491	0.55173	-0.24753	0.64023	16 7.81771	0.55431	-0.24753	0.64023	16 10.61771	0.55731	-0.24753	0.64023	
17 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	17 3.91550	0.55177	-0.24754	0.64023	17 4.97491	0.55177	-0.24754	0.64023	17 7.81771	0.55431	-0.24754	0.64023	17 10.61771	0.55731	-0.24754	0.64023	
18 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	18 3.91550	0.55181	-0.24755	0.64023	18 4.97491	0.55181	-0.24755	0.64023	18 7.81771	0.55431	-0.24755	0.64023	18 10.61771	0.55731	-0.24755	0.64023	
19 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	19 3.91550	0.55185	-0.24756	0.64023	19 4.97491	0.55185	-0.24756	0.64023	19 7.81771	0.55431	-0.24756	0.64023	19 10.61771	0.55731	-0.24756	0.64023	
20 0.65756	0.65515	-0.78165	0.62984	20 3.91550	0.55189	-0.24757	0.64023	20 4.97491	0.55189	-0.24757	0.64023	20 7.81771	0.55431	-0.24757	0.64023	20 10.61771	0.55731	-0.24757	0.64023	

【図10】

【図11】



F ターク(参考) 5B057 BA02 CA08 CA12 CA16 CB08 CB13 CB16 CH08 DA07 DB02  
DB09 DC22